

0006 EPC  
特許登録番号  
(全文)



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 08 178 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
B 32 B 17/04

B 32 B 33/00  
B 29 D 9/00  
C 08 J 3/20  
C 08 J 5/00  
C 08 J 5/10  
H 01 B 1/22  
H 01 R 4/04  
H 01 R 4/58  
B 29 C 70/00  
B 29 C 70/88  
H 05 K 3/00

⑯ Aktenzeichen: 198 08 178.2  
⑯ Anmeldetag: 26. 2. 98  
⑯ Offenlegungstag: 3. 9. 98

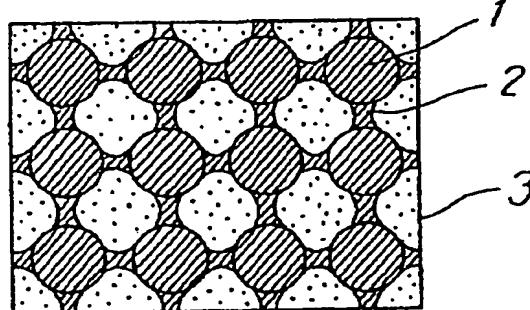
⑯ Unionspriorität:  
9-45145 28.02.97 JP

⑯ Erfinder:  
Nakagawa, Takeo, Kawasaki, JP; Noguchi, Hiroyuki,  
Chiba, JP

⑯ Anmelder:  
Japan Science and Technology Corp., Kawaguchi,  
Saitama, JP  
⑯ Vertreter:  
Kahler, Käck & Fiener, 87719 Mindelheim

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Leitfähiger Kunststoff, daraus gebildete leitfähige Schaltung und Verfahren zum Bilden einer leitfähigen Schaltung  
⑯ Zur Bildung eines bleifreien, höchstleitfähigen Kunststoffes wird eine leitfähige Kunstharz-Zusammensetzung vorgeschlagen, die aus einem thermoplastischen Kunstharz (3), einem bleifreien Lot (2), das während der Plastifizierung schmilzt, und Metallpulver (1) oder einer Mischung aus Metallpulver und Metall-Kurzfasern zur Förderung der Feinverteilung der Partikel des bleifreien Lots (2) innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes (3) besteht. Da die Partikel des bleifreien Lots und der Metallkomponente(n) innerhalb des Kunststoffes miteinander vernetzt sind, wird eine besonders hohe Leitfähigkeit erreicht.



DE 198 08 178 A 1

DE 198 08 178 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen leitfähigen Kunststoff mit einem niedrigen elektrischen Widerstand, daraus gebildete leitfähige Verbindungen bzw. Schaltungen und Verfahren zu deren Herstellung.

Herkömmlicherweise werden leitfähige Kunststoffe durch Einlagerung von Metallfasern in ein Kunstharz hergestellt. Um weiterhin die Zuverlässigkeit der leitfähigen Kunststoffe zu verbessern, wurden auch bereits Metalle mit einem niedrigen Schmelzpunkt den Metallfasern zugesetzt, um den Kontaktwiderstand zu reduzieren. Solche leitfähigen Kunststoffe wurden als sog. "höchstleitfähige" Kunststoffe in verschiedenen Anwendungen eingesetzt, beispielsweise als elektromagnetische Abschirmungen.

Da jedoch die herkömmlichen leitfähigen Kunststoffe einen hohen volumetrischen Widerstand von  $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  oder größer besitzen, erzeugen sie bei Stromfluß erhebliche Hitze, was bis zum Schmelzen dieser leitfähigen Kunststoffe führen kann. Daher konnten diese herkömmlichen leitfähigen Kunststoffe zum Übertragen von Elektrizität bisher nicht benutzt werden.

Weiterhin nahm die Formbarkeit erheblich ab, wenn der Metallanteil erhöht wurde, um den volumetrischen Widerstand zu reduzieren, so daß Gießformen, insbesondere Spritzgießen, unmöglich wurde. Wenn zudem als Verbindung ein Lot mit Bleianteil eingesetzt wurde, verursachen Abfälle von derartigen leitfähigen Kunststoffen erhebliche Umweltprobleme.

Es wurde auch bereits die sog. MID-Technik (Molded Interconnect Device) eingesetzt. Hierbei wird das Spritzgießen zweimal durchgeführt, wobei beim ersten Spritzgießvorgang ein Kunstharz benutzt wird, das für eine spätere Plättierung vorbehandelt ist. Das so spritzgegossene Teil wird dann plattiert, um einen metallischen Film auf der Oberfläche zu bilden. Diese Technik erfordert jedoch ein Plättierungsvorgang, so daß elektrisch leitfähige Verbindungen bzw. Schaltungen nicht innerhalb des Kunstharzes ausgebildet werden können.

Wie erwähnt, muß zur Erhöhung der Leitfähigkeit derartiger leitfähiger Kunststoffe die metallische Komponente in das Kunstharz in einem größeren Anteil eingemischt werden. Wenn jedoch ein Fasermaterial in das Kunstharz in einem hohen Anteil eingemischt wird, nimmt die Gießbarkeit des Kunstharzes erheblich ab, was zur Verstopfungsgefahr einer Spritzdüse oder gar dazu führt, daß Spritzgießen von engen, schmalen Stegen unmöglich wird. So muß zur Erzielung einer ausreichenden Leitfähigkeit im allgemeinen ein großer Anteil von Metallpulver dem Kunstharz zugemischt werden, um eine Verbindung zwischen einzelnen Partikeln des Metalls zu erreichen, nämlich in einem Anteil von 60 Vol.-% oder mehr. Die Leitfähigkeit ist jedoch noch relativ niedrig, da zwischen dem Temperaturausdehnungskoeffizienten des Kunstharzes und der metallischen Komponente(n) ein erheblicher Unterschied besteht, so daß bei einer Temperatursteigerung die Anzahl der Kontakte zwischen den einzelnen Metallpartikeln abnimmt, was wiederum zu einer Verschlechterung der Leitfähigkeit führt.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die vorstehenden Probleme zu lösen und einen höchstleitfähigen Kunststoff bereitzustellen, dessen Leitfähigkeit bei verschiedenen Einsatzbedingungen nicht abnimmt und daher höchstzuverlässig sein soll. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, leitfähige Schaltungen, die aus derartigem leitfähigem Kunststoff gebildet sind, zu schaffen. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Bilden leitfähiger Schaltungen unter Verwendung derartiger leitfähiger Kunststoffe bereitzustellen.

Zur Lösung der ersten Aufgabe stellt die vorliegende Erfindung einen leitfähigen Kunststoff bereit, der aus einer leitfähigen Kunstharz-Zusammensetzung gebildet ist, die aus einem thermoplastischen Kunstharz, einem bleifreien

5 Lot, das während der Plastizierung schmilzt, und Metallpulver oder einer Mischung aus Metallpulver und Metall-Kurzfasern zur Unterstützung der Feinverteilung der Partikel des bleifreien Lots innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes besteht.

10 Bevorzugt sind die Partikel des bleifreien Lots derart verteilt, daß die Partikel des bleifreien Lots in durchgängiger Verbindung innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes angeordnet sind. Die leitfähige Kunstharz-Zusammensetzung hat vorzugsweise einen volumetrischen Widerstand 15 von  $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  oder geringer.

Zur Lösung der zweiten Aufgabe stellt die vorliegende Erfindung eine leitfähige Schaltung mit einem Verdrahtungspfad bereit, der in einem Isolationsteil durch Spritzgießen einer leitfähigen Kunstharz-Zusammensetzung gebildet ist, wobei diese ein thermoplastisches Kunstharz, ein bleifreies Lot, das während der Plastizierung schmilzt, und Metallpulver oder eine Mischung aus Metallpulver und Metall-Kurzfasern zur Unterstützung der Feinverteilung der Partikel des bleifreien Lots innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes umfaßt.

20 Der Verbindungs- bzw. Verdrahtungspfad kann zur Verbindung zwischen Bauteilen, zur Verbindung mit einem aufmontierten Bauteil oder zur Verbindung mit einem elektronischen Bauteil vorgesehen sein.

25 Zur Lösung der dritten Teil-Aufgabe stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Bilden einer leitfähigen Schaltung bereit, in der ein Verdrahtungspfad in einem Isolationsteil durch Spritzgießen einer leitfähigen Kunstharz-Zusammensetzung gebildet ist, welche ein thermoplastisches Kunstharz, ein bleifreies Lot, das während der Plastizierung schmilzt, und Metallpulver oder eine Mischung aus Metallpulver und Metall-Kurzfasern zur Unterstützung der Feinverteilung der Partikel des bleifreien Lots innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes umfaßt.

30 Der Verdrahtungspfad kann zur Bildung von Verbindungen zwischen Bauteilen, zur Verbindung mit einem aufgesetzten Bauteil oder zur Verbindung mit einem elektronischen Bauteil dienen.

35 Die vorliegende Erfindung liefert auch ein Verfahren zum Bilden einer leitfähigen Schaltung, umfassend die Schritte des Formens eines Rahmens mit einem Frei- oder Hohlräum, der einem vorbestimmten Verdrahtungspfad entspricht; und Spritzgießen einer leitfähigen Kunstharz-Zusammensetzung in den Freiraum des Rahmens, wobei die 40 Kunstharz-Zusammensetzung ein thermoplastisches Kunstharz, ein bleifreies Lot, das während der Plastizierung schmilzt, und Metallpulver oder eine Mischung aus Metallpulver und Metall-Kurzfasern zur Unterstützung der Feinverteilung der Partikel des bleifreien Lots innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes umfaßt.

45 Bevorzugt ist ein Bauteil auf dem Rahmen vormontiert. Bevorzugt sind auch mehrere Freiräume zur Aufnahme der Leitungen des Bauteils in dem Rahmen ausgebildet und die Verdrahtungspfade in den Freiräumen eingeformt.

50 Alternativ wird eine Vielzahl von Rahmen vorbereitet, wobei Freiräume zur Aufnahme von Bauteilleitungen in jenen der Rahmen eingeformt sind und die Rahmen dann zusammengefügt werden, um die Verdrahtungspfade in den Freiräumen zu formen.

55 Die vorliegende Erfindung bietet die folgenden Vorteile:

1) Der höchstleitfähige Kunststoff hat einen niedrigen

Widerstand, wobei die Leitfähigkeit bei unterschiedlichen Bedingungen nicht abnimmt, da das Kunstharz und das Lot so zusammengeknetet werden, daß das Lot zumindest angeschmolzen wird und die Partikel des bleifreien Lotes bzw. der metallischen Komponente innerhalb des Kunstharzes fein verteilt werden. Da weiterhin der Knetvorgang zu einem halbgeschmolzenen Zustand führt, werden die verteilten Partikel des Lots miteinander in einer ununterbrochenen Weise verbunden. Diese Verbindung zwischen den verteilten Partikeln des Lots ist nicht nur eine Berührung, sondern eine Lötbrückenverbindung, die die Leitfähigkeit zwischen den Metallpartikeln sicherstellt. Daher wird selbst bei hohen Temperaturen die Verbindung zwischen den Partikeln nicht unterbrochen, so daß ein niedriger Widerstand in stabiler Weise erreicht wird.

2) Wenn die leitfähige Kunstharz-Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung zum Spritzgießen verwendet wird, kann diese Kunstharz-Zusammensetzung trotz hohem Anteil der metallischen Komponente in schmale Hohlräume eingegossen werden, da während des Gießvorganges die metallische Komponente in einem halbgeschmolzenen Zustand ist und das bleifreie Lot fein verteilt ist. Daher können leitfähige Schaltungen durch einen einfachen Spritzgießvorgang hergestellt werden. Weiterhin können leitfähige Schaltungen mit einem niedrigen Widerstand auch innerhalb eines Rahmens (als Spritzgußteil) ohne Plättierung gebildet werden.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm, das die Struktur eines bleifreien, höchstleitfähigen Kunststoffes gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 ist ein schematisches Diagramm, das die Struktur eines konventionellen leitfähigen Kunststoffes zeigt;

Fig. 3(a) und 3(b) sind Ansichten, die die Schritte zum Formen einer leitfähigen Schaltung unter Verwendung des bleifreien, höchstleitfähigen Kunststoffes gemäß der vorliegenden Erfindung zeigen;

Fig. 4 ist eine Schnittansicht, die Beispiele der leitfähigen Schaltung zeigt, die mit dem bleifreien, höchstleitfähigen Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung gebildet sind;

Fig. 5 ist eine Schnittansicht, die ein erstes Beispiel zeigt, bei dem der bleifreie, höchstleitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verbindung mit einem elektrischen bzw. elektronischen Bauteil benutzt wird;

Fig. 6 ist eine Schnittansicht, die ein zweites Beispiel zeigt, bei dem der bleifreie, höchstleitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verbindung mit einem elektrischen bzw. elektronischen Bauteil verwendet wird;

Fig. 7 ist eine Schnittansicht, die ein drittes Ausführungsbeispiel zeigt, bei dem der bleifreie, höchstleitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verbindung mit einem elektrischen/elektronischen Bauteil benutzt wird;

Fig. 8 ist eine Schnittansicht, die ein vierter Beispiel zeigt, bei dem der bleifreie, höchst leitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verbindung mit einem elektrischen bzw. elektronischen Bauteil verwendet wird;

Fig. 9 ist eine Schnittansicht, die ein Beispiel zeigt, bei dem der bleifreie, höchstleitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung für eine Stiftverbindung benutzt wird; und

Fig. 10 ist ein Diagramm, das die Anschlußleitungen eines Gehäusesubstrats für ein oberflächenmontiertes Chip-Bauteil zeigt, bei dem das Verfahren zum Bilden einer leit-

fähigen Schaltung der vorliegenden Erfindung angewendet wird.

#### BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend im Detail mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. Das in der vorliegenden Erfindung verwendete Kunstharz ist vorteilhafterweise ein thermoplastisches Kunstharz, da es eine gute Formbarkeit und Stabilität aufweist. Das in der vorliegenden Erfindung verwendete Metall enthält kein Blei und erreicht einen halbgeschmolzenen Zustand, wenn die synthetische, das Metall enthaltende Kunstharz-Zusammensetzung thermisch plastiziert wird. Da die Plastizierungstemperatur des thermoplastischen Kunstharzes allgemein 350°C oder niedriger ist, wird ein niedrigschmelzendes Metall mit einem Schmelzpunkt von niedriger als 350°C bevorzugt.

10 20 Das Metall kann ein Reinmetall oder eine Legierung sein. Da das Metall in einen halbgeschmolzenen Zustand geknetet wird, besteht für die Partikelform des Metalls keine bestimmte Beschränkung. Jedoch wird eine körnige oder pulvartige Partikelform zur Erleichterung der Verteilung des Metalls im Kunstharz bevorzugt. Bevorzugte Beispiele des Metalls, das in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, sind Zink (Zn), Zinn (Sn), Wismut (Bi), Aluminium (Al), Cadmium (Cd), Indium (In) und Legierungen dieser Metalle. Beispiele bevorzugter, niedrigschmelzender Legierungen sind Sn-Cu, Sn-Zn, Sn-Al und/oder Sn-Ag.

25 Bevorzugte Beispiele des Metallpulvers, das die Verteilung des Lots fördert, sind Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Aluminium (Al), Chrom (Cr) und Pulver dieser Metalllegierungen. Je geringer die Korngröße des Metallpulvers ist, desto feiner kann das Lot verteilt werden. Die verwendete Korngröße muß nicht zwangsläufig gleichmäßig sein, sondern kann auch variieren, so daß Metallpulver unterschiedlicher Korngröße oder Feinheit eingesetzt werden kann.

30 35 In der vorliegenden Erfindung wird die metallische Komponente in einem Anteil von 30 bis 75 Vol.-%, bevorzugt 45 bis 65 Vol.-%, bezogen auf das Gesamtvolumen der leitfähigen Kunstharz-Zusammensetzung zugesetzt.

Der bleifreie, höchstleitfähige Kunststoff der vorliegenden Erfindung benutzt somit ein Kunstharz und aus Umweltschutzgründen ein bleifreies Lot, nämlich eine Legierung mit niedrigem Schmelzpunkt, die kein Blei enthält. Wenn das Kunstharz und das Lot zusammen in einen Zustand geknetet werden, daß das Lot zumindest teilweise angeschmolzen ist, werden die Partikel des bleifreien Lots als eine metallische Komponente innerhalb der Kunstharzmasse fein verteilt. Da der Knetvorgang in diesem halbgeschmolzenen Zustand weitergeführt wird, werden die fein verteilten Lot-Partikel miteinander in Art einer Lötverbindung verbunden und in durchgängiger Weise vernetzt. Die Verbindung zwischen den verteilten angeordneten Partikeln ist dabei nicht nur eine Berührung, sondern eine feste Lötverbindung, so daß die Leitfähigkeit nicht nur durch Berührung, sondern vielmehr durch Vernetzung zwischen den Metallpartikeln erzielt wird. Daher wird bei einem derart hergestellten Form- oder Gußteil die innige Verbindung zwischen den Partikeln nicht unterbrochen, selbst wenn dieses einer höheren Temperatur ausgesetzt wird, so daß ein niedriger elektrischer Widerstand in sicherer Weise erhalten bleibt.

40 45 50 55 60 65 60 Wenn diese leitfähige Kunstharz-Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung zum Spritzgießen verwendet wird, kann diese Kunstharz-Zusammensetzung auch in sehr schmale Frei- oder Formräume eingegossen werden, selbst wenn der Gehalt der metallischen Komponente relativ hoch

ist. Dies ist darin begründet, daß sich die metallische Komponente beim Formvorgang in einem halbgeschmolzenen, duktilen Zustand befindet und das bleifreie Lot zwischen den Metallpartikeln fein verteilt ist. Daher können leitfähige Verbindungen oder Schaltungen durch einen einfachen Spritzgießvorgang gebildet werden. Weiterhin können damit auch leitfähige Verbindungen bzw. Schaltungen mit einem niedrigen Widerstand direkt innerhalb eines spritzgegossenen Teils gebildet werden.

Die leitfähige Kunsthärz-Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung kann unter Verwendung einer Knetmaschine und eines Extruders, wie diese allgemein bei der Kunsthärzverarbeitung verwendet werden, hergestellt werden. Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand von Beispielen beschrieben.

### Beispiel 1

40 Vol.-% eines bleifreien Lots (Sn-Cu-Ni-AtW-150, hergestellt von Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd.) und 15 Vol.-% eines Kupferpulvers (FCC-SP-77, durchschnittliche Korngröße: 10 µm, erhältlich von Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd.) wurden zu 45 Vol.-% eines ABS-Kunstharzes (Toyolac 441, ein Produkt der Toray Industries) zugesetzt und leicht gemischt. Daraufhin wurde die Mischung in einen Kneter (Zweiwellen-Drucktyp, ein Produkt der Monyama Mfg. Works, Ltd.) gegeben, auf 220°C eingestellt und bei einer Drehzahl von 25 bis 50 U/min für 20 Minuten ohne Erhitzen oder Temperaturaufrechterhaltung geknetet. Somit wurde das Kunsthärz plastiziert und das Lot innerhalb der Kunsthärzmasse in einem halbgeschmolzenen Zustand fein verteilt.

Das Knetmaterial wurde dann einer Pelletisierung bei einer Formtemperatur von 200 bis 240°C unter Verwendung einer Kolbenextrusion-Pelletisierungsvorrichtung (Modell TP60-2, erhältlich von Toshin Co., Ltd.) unterzogen, um Pellets des Knetmaterials zu erhalten. Das geknetete Material in Form der Pellets wurde dann in eine Spritzgußmaschine (Modell KS-10B, Produkt der Kawaguchi, Ltd.) gegeben, deren Temperatur auf 230 bis 280°C eingestellt wurde, und dann in eine Gießform (Formtemperatur: Raumtemperatur bis 150°C) spritzgegossen. Das so spritzgegossene Werkstück zeigte keine Ablösung von Metallpartikeln und hatte eine gleichmäßige Oberfläche.

Die Verteilung des Lots in dem gegossenen Werkstück wurde unter Einsatz eines Mikroskops untersucht, wobei gefunden wurde, daß die Lotpartikel mit einem Durchmesser von ungefähr 5 µm gleichmäßig innerhalb der Kunsthärzmasse fein verteilt waren. Der elektrische Widerstand dieser Probe betrug ungefähr  $10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ .

### Beispiel 2

40 Vol.-% eines bleifreien Lots (Sn-Cu-Ni-AtW-150, Produkt der Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd.) und 15 Vol.-% eines Kupferpulvers (FCC-SP-77, durchschnittliche Korngröße: 10 µm, Produkt der Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd.) wurden zu 45 Vol.-% eines PBT-Kunstharzes (Produkt der Polyplastics Co., Ltd.) zugegeben und leicht vermischt. Daraufhin wurde die Mischung in eine Knetmaschine (Zweiwellen-Drucktyp, Produkt der Monyama Mfg. Works, Ltd.) gegeben, auf 220°C eingestellt und mit einer Drehzahl von 25 bis 50 U/min für 20 Minuten ohne Zusatzerhitzung geknetet. Während dieses Knetvorganges wurde die Temperatur des Knetmaterials kontrolliert, um nicht auf über 235°C anzusteigen, insbesondere durch Reduzierung der Drehzahl oder durch Kühlungsmaßnahmen. Somit wurde das Kunsthärz plastiziert, wobei das

Lot innerhalb der Kunsthärzmasse in einen halbgeschmolzenen Zustand verteilt wurde. Die Verteilung des Lots in dem Knetmaterial wurde durch Einsatz eines Mikroskops untersucht und gefunden, daß die Partikel des Lots mit einem Durchmesser von etwa 5 µm gleichmäßig in der Kunsthärzmasse verteilt waren.

### Beispiel 3

10 55 Vol.-% eines bleifreien Lots (Sn-Cu-Ni-AtW-150, Produkt der Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd.) und 10 Vol.-% eines Kupferpulvers (FCC-SP-77, durchschnittliche Korngröße: 10 µm, Produkt der Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd.) wurden 35 Vol.-% eines ABS-Kunstharzes (Toyolac 441, Produkt der Toray Industries) zugegeben und leicht vermischt. Dadurch wurde der Gesamtanteil der metallischen Komponenten auf 65 Vol.-% eingestellt. Daraufhin wurde die Mischung in eine Knetmaschine (Zweiwellen-Drucktyp, Produkt der Monyama Mfg. Works, Ltd.) gegeben, auf 220°C eingestellt und mit einer Drehzahl von 25 bis 50 U/min für 20 Minuten ohne zusätzliche Erhitzen oder Temperaturaufrechterhaltung geknetet. Dadurch wurde das Kunsthärz plastiziert, wobei das Lot innerhalb der Kunsthärzmasse in einem halbgeschmolzenen Zustand fein verteilt wurde.

Das Knetmaterial wurde einer Stückelung oder Pelletisierung bei einer Temperatur von 200 bis 240°C durch Einsatz einer Kolbenextrusion-Pelletisierungsvorrichtung (Modell TP60-2, Produkt der Toshin Co., Ltd.) unterzogen und somit Pellets des Knetmaterials hergestellt. Das Knetmaterial in Form von Pellets wurde in eine Spritzgußmaschine (Modell KS-10B, Produkt der Kawaguchi Ltd.) gegeben, deren Temperatur auf 230 bis 280°C eingestellt und in eine Gießform (Gießformtemperatur: Raumtemperatur bis 150°C) spritzgegossen. Das so spritzgegossene Werkstück zeigte keine Ablösung von Metallpartikeln und hatte eine gleichmäßige Oberfläche.

Die Verteilung des Lots in dem gegossenen Werkstück wurde durch Einsatz eines Mikroskops untersucht und festgestellt, daß Lotpartikel mit einem Durchmesser von etwa 100 µm oder weniger innerhalb der Kunsthärzmasse gleichmäßig verteilt waren. Der volumetrische Widerstand dieser Probe war etwa  $4 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ .

Es ist aus den vorstehend beschriebenen Beispielen ersichtlich, daß sich die Partikel des bleifreien Lots innerhalb der Kunsthärzmasse fein und gleichmäßig verteilen können. Selbst wenn die metallische Komponente in einem Gesamtanteil von bis zu 65 Vol.-% zugemischt wurde, konnte ein Knetmaterial erhalten werden, bei dem sich keine Absonderung von Metallpartikeln aus der Kunsthärzmasse während der Erhitzung zeigte.

In diesem bleifreien, hochleitfähigen Kunststoff nahm aufgrund der Verbindung der Lotpartikel miteinander die Leitfähigkeit selbst bei hohen Temperaturen nicht wesentlich ab. Daher zeigte dieser bleifreie, höchstleitfähige Kunststoff eine stabile, gleichbleibend hohe Leitfähigkeit und konnte selbst in schmale Hohlräume ohne Verstopfungsneigung spritzgegossen werden.

Die Verwendung dieses bleifreien, höchstleitfähigen Kunststoffes ermöglicht die Ausbildung einer dreidimensionalen leitfähigen Verbindung bzw. Schaltung mit einem niedrigen Widerstand durch einfaches Spritzgießen. Nachfolgend werden mehrere Beispiele mit Bezug auf die Zeichnungen näher beschrieben.

65 Wie in Fig. 1 dargestellt, sind in dem bleifreien, hochleitfähigen Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung die Partikel des bleifreien Lots 1 miteinander über Lotbrücken 2 verbunden, die innerhalb des Kunsthärtzes 3 geschmolzen

sind, so daß die Partikel des bleifreien Lots 1 gegenseitig netzartig verbunden sind und eine hohe Leitfähigkeit und hohe Verbindungssicherheit erzielt wird.

Im Gegensatz dazu ist beim Stand der Technik gemäß Fig. 2 herkömmliches, nicht-aufschmelzendes Metallpulver 5 in eine Kunstharzmasse 4 eingebettet, wobei Metallpartikel 5 nicht direkt untereinander verbunden sind, so daß keine ausreichende Leitfähigkeit erreicht werden kann, außer daß der Anteil des Metallpulvers 5 stark erhöht wird.

Fig. 3(a) und 3(b) stellen die Schritte zum Bilden einer leitfähigen Verbindung bzw. Schaltung durch Verwendung des bleifreien, hochleitfähigen Kunststoffes gemäß der vorliegenden Erfindung dar.

Zuerst wird eine Gußform (nicht gezeigt) aufgesetzt und durch übliches Spritzgießen ein Kunststoff-Rahmen 10 gebildet, so daß der Rahmen 10 gewünschte Hohl- oder Freiräume 11, 12 und 13 aufweist, die dann schließlich die vorbestimmten Verdrahtungspfade bilden.

Dann wird, wie in Fig. 3(b) gezeigt, der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff der vorliegenden Erfindung in die Freiräume 11, 12 und 13 spritzgegossen, um die Verdrahtungspfade (leitfähige Schaltungen) 14, 15 und 16 zu bilden.

Der Kunststoff-Rahmen 10 kann als Substrat, Gehäuse, Abdeckung oder Umgrenzung, je nach Gußform, ausgelegt sein, wobei die Außenform der leitfähigen Schaltung frei gewählt sein kann. Zum Beispiel kann die Breite und Dicke der leitfähigen Schaltung örtlich abgewandelt sein. Weiterhin kann die leitfähige Schaltung eine Stift-Form oder Anschlußkappen-Form aufweisen.

Wie weiterhin in Fig. 4 dargestellt, kann innerhalb eines Rahmens 20 eine Vielzahl von schichtartigen Verdrahtungspfaden (leitfähige Schaltungen) 21, 22 und 23, verzweigten Verdrahtungspfaden (Verzweigungsschaltung) 24 und 25, und Verdrahtungspfaden (leitfähige Schaltungen) 26 und 27 ausgebildet sein, die sich zwischen gegenüberliegenden Oberflächen erstrecken. Die Verdrahtungspfade (leitfähige Schaltungen) können dabei an der Oberfläche des Rahmens, innerhalb des Rahmens oder durch den Rahmen verlaufen, um gegenüberliegende Flächen des Rahmens zu verbinden. Diese leitfähigen Schaltungen bzw. Verbindungen können frei angeordnet werden. Insbesondere können die leitfähigen Schaltungen gemäß der vorliegenden Erfindung auf einer Schaltungskarte angewendet werden, die eine Telekommunikations-Schaltung beinhaltet, da eine solche Schaltungskarte eine Vielzahl von Signalleitungen, Versorgungsleitungen, Masseleitungen usw. in Form einer Multilayer-Verdrahtung bzw. Schaltung umfaßt.

Fig. 5 ist eine Schnittansicht, die ein erstes Ausführungsbeispiel zeigt, in dem der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung für die Verbindung mit einem elektrischen/elektronischen Bauteil verwendet wird.

Wie in Fig. 5 dargestellt, ist in dem vorliegenden Beispiel ein elektrisches oder elektronisches Bauteil 31 auf der Oberfläche eines Rahmens 30 montiert, so daß sich die Leitungsenden 32 des Bauteils 31 in den Rahmen 30 hineinerstrecken und die Rückseite des Rahmens 30 erreichen. Dort sind Freiräume in der Rückseite ausgeformt, so daß diese Freiräume die Spitzen der Leitungsenden 32 umgeben. Der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff der vorliegenden Erfindung wird in diese Freiräume eingegossen, um Verdrahtungspfade 33 zur Verbindung mit dem elektrischen oder elektronischen Bauteil 31 zu bilden. Wie vorstehend beschrieben, können in dem vorliegenden Beispiel die elektrischen oder elektronischen Bauteile 31 außerhalb des Rahmens 30 montiert sein, während die Verdrahtungspfade 33 innerhalb des Rahmens 30 gebildet sind.

Fig. 6 ist eine Schnittansicht, die ein zweites Ausfüh-

rungsbeispiel zeigt, in dem der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verbindung mit einem elektrischen/elektronischen Bauteil verwendet wird.

Wie in Fig. 6 dargestellt, ist in dem vorliegenden Beispiel ein elektrisches oder elektronisches Bauteil 41 innerhalb eines Rahmens 40 montiert, so daß die Leitungsenden 42 des Bauteils 41 an der Rückseite des Rahmens 40 hervorsteht. Der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff der vorliegenden Erfindung wird wiederum spritzgegossen, so daß der leitfähige Kunststoff die Spitzen der Leitungsenden 42 umschließt, um Verdrahtungspfade 43 zur Verbindung mit dem elektrischen oder elektronischen Bauteil 41 zu bilden. Wie vorstehend beschrieben, kann auch in dem vorliegenden Beispiel das elektrische oder elektronische Bauteil 41 innerhalb des Rahmens angeordnet sein, während die Verdrahtungspfade 43 außerhalb des Rahmens 40 geformt werden.

Fig. 7 ist eine Schnittansicht zur Darstellung eines dritten Beispiels, in dem der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verbindung mit einem elektrischen/elektronischen Bauteil verwendet wird.

Wie in Fig. 7 gezeigt, ist in dem vorliegenden Beispiel ein elektrisches oder elektronisches Bauteil 51 innerhalb eines Rahmens 50 montiert, so daß sich die Leitungsenden 52 des Bauteils 51 bis zur Rückseite des Rahmens 50 erstrecken, aber nicht von der Rückseite abstehen. Freiräume sind in der Rückseite ausgebildet, so daß diese Freiräume die Spitzen der Leitungsenden 52 umhüllen. Der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff der vorliegenden Erfindung wird in die Freiräume spritzgegossen, um Verdrahtungspfade 53 zur Verbindung mit dem elektrischen oder elektronischen Bauteil 51 zu bilden. Wie beschrieben, können in dem vorliegenden Beispiel das elektrische oder elektronische Bauteil 51 und die Verdrahtungspfade 53 innerhalb des Rahmens angeordnet sein.

Wenn ein Schaltungsbau teil noch vor Bildung der leitfähigen Schaltung durch Spritzgießen in die Gußform eingesetzt wird, können die leitfähige Schaltung und das Bauteil durch einen einzigen Spritzgießvorgang verbunden werden, so daß hierdurch eine weitere Vereinfachung erzielt wird.

Fig. 8 ist eine Schnittansicht eines vierten Beispiels, in dem der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verbindung mit einem elektrischen/elektronischen Bauteil verwendet wird. Wie beim dritten Beispiel gemäß Fig. 7, werden elektrische oder elektronische Bauteile 61 und 71 innerhalb entsprechender Rahmen 60 und 70 montiert, so daß Leitungsenden 62 und 72 der Bauteile 61 und 71 sich bis zu den Rückseiten der Rahmen 60 und 70 erstrecken, aber nicht von den Rückseiten abstehen. Freiräume sind in den Rückseiten eingeformt, so daß die Freiräume die Spitzen der Leitungsenden 62 und 72 umschließen.

Die Rahmen 60 und 70 werden dann zusammengesetzt, so daß die Freiräume des Rahmens 60 den Freiräumen des Rahmens 70 gegenüberliegen oder entsprechen. Daraufhin wird der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff der vorliegenden Erfindung in die Freiräume eingegossen. Somit werden die Verdrahtungspfade 63 des Rahmens 60, auf dem das elektrische oder elektronische Bauteil 61 angebracht ist, mit den Verdrahtungspfaden 73 des Rahmens 70, auf dem das elektrische oder elektronische Bauteil 71 montiert ist, verbunden, so daß ein elektrisches/elektronisches Bauteilmodul hergestellt werden kann. Dieser Aufbau ermöglicht die Bildung von Schaltungen durch gleichzeitiges Spritzgießen von zwei Rahmen.

Fig. 9 ist eine Schnittansicht eines Beispiels, bei dem der bleifreie, hochleitfähige Kunststoff gemäß der vorliegenden Erfindung für eine Pin- bzw. Stiftverbindung verwendet.

wird.

Wie in Fig. 9 gezeigt, ist ein Stift 81 in einen Rahmen 80 eingebettet, so daß dieser von der Rückseite des Rahmens 80 absteht, wobei ein Freiraum, der den Stift 81 umgibt, in der Rückseite des Rahmens 80 eingeförm ist. Alternativ 5 oder in Ergänzung kann ein Stift 83 in dem Rahmen 80 so eingebettet sein, daß dieser von beiden Oberflächen des Rahmens 80 absteht. Alternativ oder in Ergänzung kann ein Stift 85 in dem Rahmen 80 so eingebettet sein, daß dieser von der oberen Fläche des Rahmens 80 absteht und sich bis 10 nahe an die Rückseite erstreckt, wobei wieder ein Freiraum um den Stift herum in der Rückseite des Rahmens 80 vorgesehen ist. Der bleifreie, höchstleitfähige Kunststoff der vorliegenden Erfindung wird in die Freiräume spritzgegossen, so daß die Verdrahtungspfade 82, 84 und 86 zu dem jeweiligen Stift gleichzeitig geformt wird. Diese Ausführung eignet sich insbesondere für IC-Sockel.

Fig. 10 ist ein Diagramm, das die Anschlüsse bzw. Leitungsenden eines Packungssubstrates für einen oberflächenmontierten Chipbaustein zeigt, bei dem das Verfahren zum 20 Bilden einer leitfähigen Schaltung der vorliegenden Erfindung angewendet wird.

Wie in Fig. 10 gezeigt, ist in dem vorliegenden Beispiel ein Substrat 90, entsprechend dem Rahmen oder Spritzgußteil, durch Verwendung des Kunststoffs gebildet. Freiräume entsprechend dem Schaltungsmuster sind in die Oberfläche des Substrates eingeförm, und der bleifreie, höchstleitfähige Kunststoff der vorliegenden Erfindung wird in die Freiräume eingegossen, so daß Leitungsdrähte 25 91 geformt werden. Das Bezugssymbol 92 bezeichnet einen Bereich, in dem ein oberflächenmontierter Chip (LSI oder IC) aufgesetzt ist. Das Substrat kann so geformt sein, daß die Dimension L1 des Substrates 50 mm ist, die Dimension L2 des Leitungsdrähtes am äußeren Ende 1 mm ist, und die Dimension L3 des Leitungsdrähtes am inneren Ende 30 35 0,5 mm ist. Wie beschrieben, erleichtert somit die vorliegende Erfindung die Bildung von Anschlüssen bzw. Leitungsdrähten einer Fassung für einen oberflächenmontierten Chip.

40

#### Patentansprüche

- Leitfähiger Kunststoff aus einer leitfähigen Kunstharzzusammensetzung, bestehend aus:
  - einem thermoplastischen Kunstharz (3);
  - einem bleifreien Lot (2), das während der Plastizierung des Kunstharzes schmilzt; und
  - Metallpulver (1) oder einer Mischung aus Metallpulver und Metall-Kurzfasern zur Unterstützung der Feinverteilung der Partikel des bleifreien Lots (2) innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes (3).
- Leitfähiger Kunststoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel des bleifreien Lots (2) derart verteilt sind, daß diese Partikel des bleifreien Lots in ununterbrochener Verbindung innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes (3) angeordnet sind.
- Leitfähiger Kunststoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die leitfähige Kunstharzzusammensetzung einen volumetrischen Widerstand 60 von  $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  oder weniger aufweist.
- Leitfähige Schaltung mit wenigstens einem Verdrahtungspfad (14, 15, 16, 21-27, 33, 43, 53, 63, 73, 82, 84, 86, 91), der in einem Isolationsteil (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90) durch Spritzgießen einer leitfähigen Kunstharzzusammensetzung gebildet ist, die gekennzeichnet ist durch ein thermoplastisches Kunstharz (3), ein bleifreies Lot (2), das während der Plastizierung

schnellt, und Metallpulver (1) oder eine Mischung aus Metallpulver und Metall-Kurzfasern zur Unterstützung der Feinverteilung der Partikel des bleifreien Lots (2) innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes (3).

- Leitfähige Schaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrahtungspfad (63) zur Verbindung zwischen Bauteilen (61, 71) vorgesehen ist.
- Leitfähige Schaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrahtungspfad (33) zur Verbindung mit einem montierten Bauteil (31) vorgesehen ist.
- Leitfähige Schaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrahtungspfad (91) zur Verbindung mit einem elektronischen Bauteil (92) angeordnet ist.
- Verfahren zum Bilden einer leitfähigen Schaltung, in der ein Verdrahtungspfad (14, 15, 16, 21-27, 33, 43, 53, 63, 73, 82, 84, 86, 91) in einem Isolationsteil (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90) durch Spritzgießen einer leitfähigen Kunstharzzusammensetzung gebildet ist, umfassend: ein thermoplastisches Kunstharz (3), ein bleifreies Lot (2), das während der Plastizierung schmilzt, und Metallpulver (1) oder eine Mischung aus Metallpulver und Metall-Kurzfasern zur Unterstützung der Feinverteilung der Partikel des bleifreien Lots (2) innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes (3).
- Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrahtungspfad (63) zur Verbindung zwischen Bauteilen (61, 71) dient.
- Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrahtungspfad (33) zur Verbindung mit einem aufmontierten Bauteil (31) dient.
- Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrahtungspfad (91) zur Verbindung mit einem elektronischen Bauteil (92) angeordnet ist.
- Verfahren zum Bilden einer leitfähigen Schaltung, umfassend die Schritte:
  - Formen eines Rahmens (30, 40, 50, 60, 70, 80) mit einem Freiraum, der einem vorbestimmten Verdrahtungspfad entspricht; und
  - Spritzgießen einer leitfähigen Kunstharzzusammensetzung in den Freiraum des Rahmens (30, 40, 50, 60, 70, 80), wobei die leitfähige Kunstharzzusammensetzung aus einem thermoplastischen Kunstharz (3), aus einem bleifreien Lot (2), das während der Plastizierung schmilzt, und aus Metallpulver (1) oder einer Mischung aus Metallpulver und Metall-Kurzfasern zur Unterstützung der Feinverteilung der Partikel des bleifreien Lots (2) innerhalb des thermoplastischen Kunstharzes (3) gebildet ist, so daß ein Verdrahtungspfad (33, 43, 53, 63, 73, 82, 84, 86) in dem Rahmen (30, 40, 50, 60, 70, 80) ausgebildet wird.
- Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Bauteil auf dem Rahmen vormontiert wird.
- Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Freiräume zur Aufnahme von Bauteilleitungen in dem Rahmen ausgebildet werden.
- Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von Rahmen (60, 70) vorbereitet werden, deren Freiräume zur Aufnahme von Bauteilleitungen in jedem der Rahmen ausgebildet werden und die Rahmen (60, 70) dann zusammengezetzt werden, so daß die Verdrahtungspfade (63, 73) in

den Freiräumen geformt werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

Fig. 1

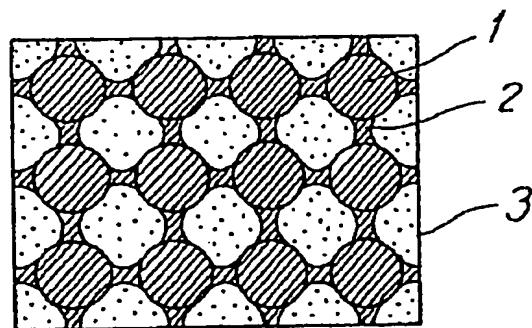
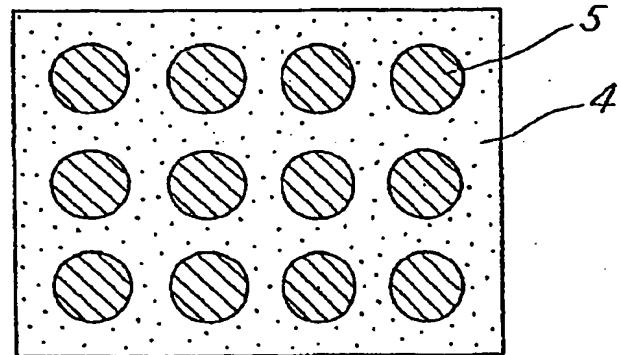
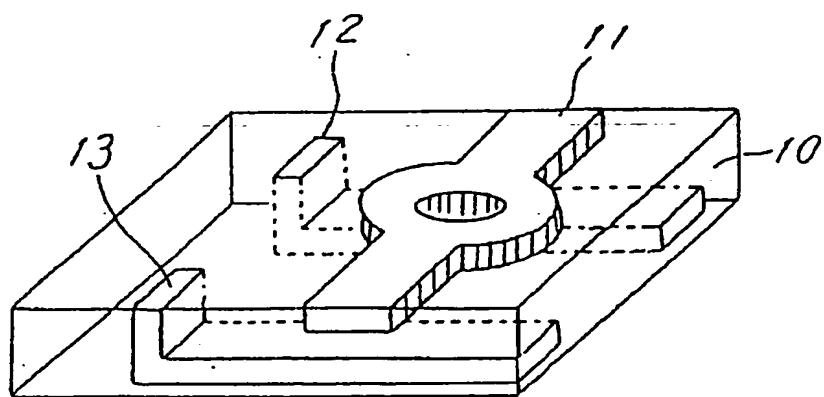
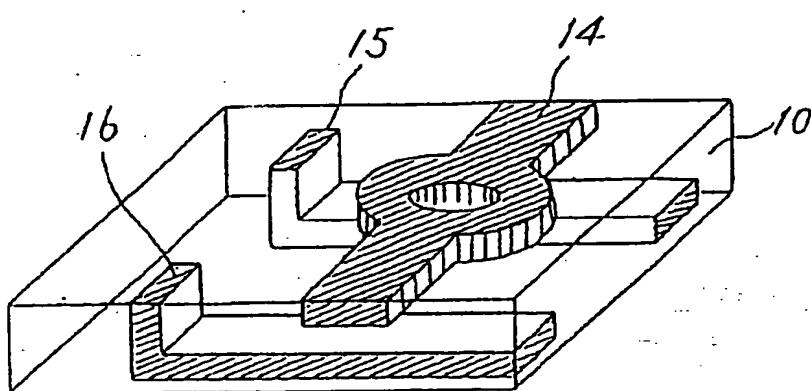
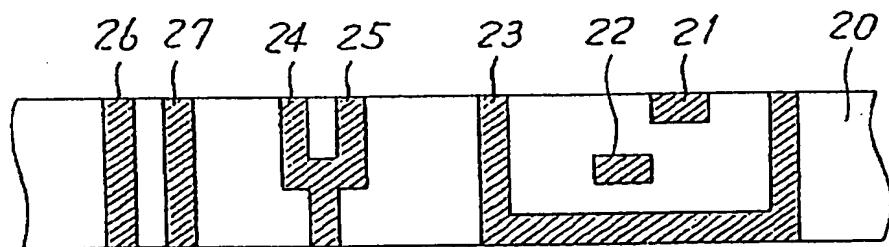


Fig. 2



Stand der Technik

**Fig. 3 (a)****Fig. 3 (b)****Fig. 4**

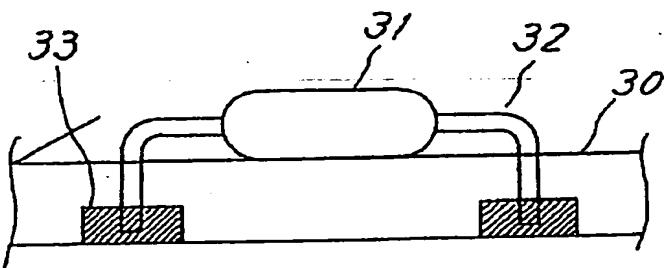
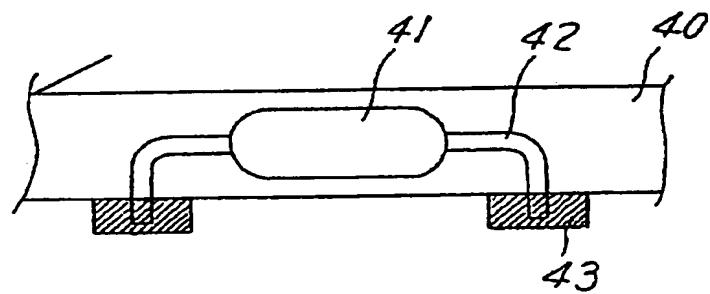
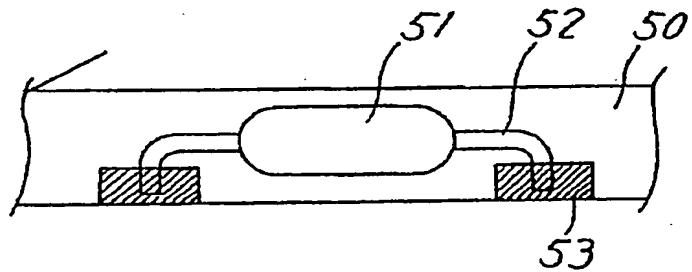
**Fig. 5****Fig. 6****Fig. 7**

Fig. 8

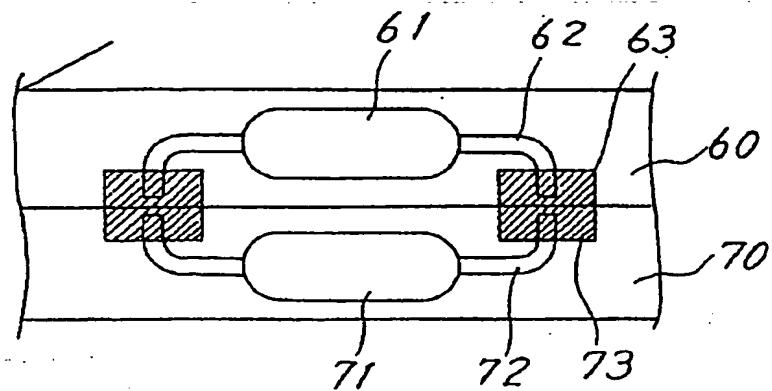


Fig. 9

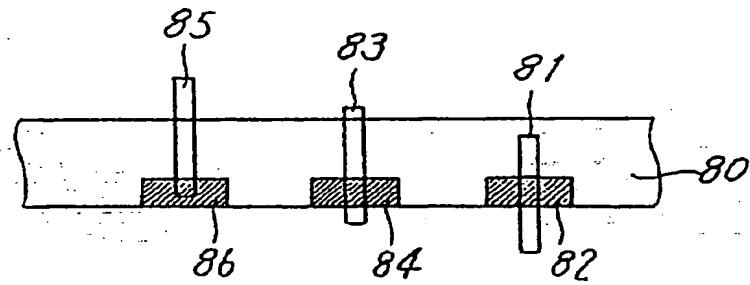


Fig. 10

